

ポリマー/Si ハイブリッド型可動式マイクロ光共振器からの量子ドットの発光 Polymer/Si-hybrid tunable optical micro cavity for quantum-dot emission

○野坂貴大¹, 中嶋聖介^{1,2}, 向井剛輝¹ (1. 横浜国大工学府、2. 理研)

○T. Nozaka¹, S. Nakashima^{1,2}, K. Mukai¹

(1. Yokohama National University Graduate School of Engineering, 2. RIKEN)

E-mail: mukai@ynu.ac.jp

【はじめに】量子情報技術に必要な光子発生器として、量子ドット(QD)とマイクロキャビティを組み合わせたフォトニックドット(PD)が検討されている。QD 個々の位置制御が実現出来ればマイクロ光デバイスの可能性は大きく広がる。我々は走査型プローブ顕微鏡を用いて Si 基板に作製したナノホールを利用することで、単一 QD の位置制御に成功している^[1]。今回、ポリマーと Si をハイブリッドすることで、この位置制御技術をマイクロ光デバイスの作製に応用出来る可能性を検討した。

【実験】Fig1.に示すような PD 構造を試作した^[2]。QD から発生する光通信波長 $1.3\mu\text{m}$ の光を PD 周りの金属ミラーと基板表面とで構成される微小光共振器の内部に閉じ込める。エアブリッジ構造を有しており、電圧印加でヘッド部分を上下に動かして、物理的にキャビティサイズを変えるマイクロマシン動作によって、光導波路からの光子出力を ON/OFF 制御できる。

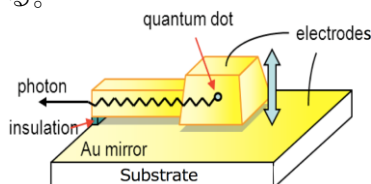


Fig.1 Schematic of device structure.

FDTD 法(時間領域差分法)を用いたシミュレーションによって PD 構造の最適化を行った。SOI ウェハを用いて試作し、反射スペクトル測定、発光スペクトル測定を行った。

【結果】最適化によって、エアブリッジ高さ $0.1\mu\text{m}$ 、Si 厚 $0.1\mu\text{m}$ 、ポリマー(PMMA)厚 $0.6\mu\text{m}$ 、導波路幅 $1.5\mu\text{m}$ 、ヘッド部一辺の長さ $2.8\mu\text{m}$ の設計値を得た。Fig.2 は最適化前後の

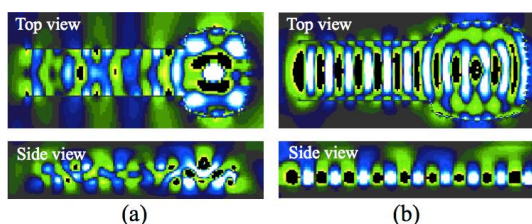


Fig.2 Optical mode structure of (a)not-optimized PD, and (b)optimized PD.

波長 $1.3\mu\text{m}$ の光モードの様子である。エアブリッジ高さを $0.1\mu\text{m}$ から $0.9\mu\text{m}$ へ変えることにより消光比 23dB が得られることが判明した。

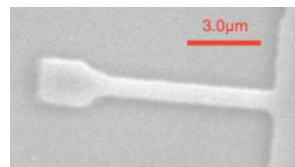


Fig.3 Plan-view SEM image of device.

次に PD 構造を試作した(Fig.3)。今回は単一 QD の位置制御は行っておらず、複数の QD を PMMA 中に分散させた。斜方向スパッタによって、エアブリッジ下にも金膜を形成した。設計値とのサイズ誤差は 8%以内であった。

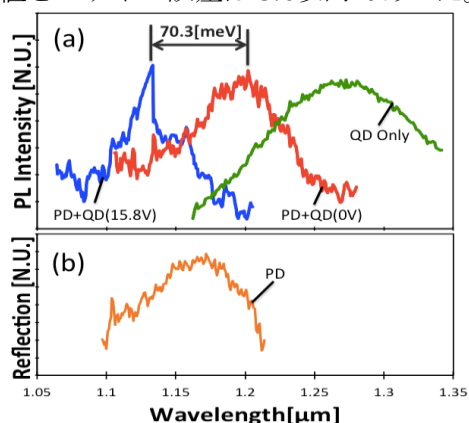


Fig.4 (a)Photoluminescence spectra of QD and fabricated device. (b)Reflection spectrum of fabricated device.

Fig.4 に光学評価結果を示した。PD のピーク波長 $1.3\mu\text{m}$ からのずれはサイズ誤差によるものだと考えられる。反射スペクトルのピークは共振器特性を示していると考えられるが、QD 自身の発光ピークとずれているために、PD の発光ピークとは一致していない。また、15.8V の電圧印加によって PD の発光スペクトルピークを 70.3meV 短波長側へ動かすことに成功した。

【参考文献】 [1]広田、他、2014 年度第 61 回応用物理学会春期学術講演会, 17p-E15-15.

[2]高畑、他、2013 年度第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 29a-PB6-3.